



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 53 443 A 1**

⑤1 Int. Cl. 6:
H 04 Q 7/00
H 04 Q 7/22
G 08 C 17/02
H 04 B 7/04

②1 Aktenzeichen: 196 53 443.7
②2 Anmeldetag: 20. 12. 96
④3 Offenlegungstag: 19. 3. 98

DE 196 53 443 A 1

⑥6 Innere Priorität:

196 37 447.2 13.09.96

⑦1 Anmelder:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

⑦4 Vertreter:

Schoppe, F., Dipl.-Ing.Univ., Pat.-Anw., 81479
München

⑦2 Erfinder:

Gerhäuser, Heinz, Dr.-Ing., 91344 Waischenfeld, DE;
Perthold, Rainer, Dipl.-Ing., 91052 Erlangen, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:

EP 4 42 617 A1
EP 2 89 384 A1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Datenfunknetz

⑤7 Ein Funknetzwerk weist zumindest einen Netzknoten zum Weiterleiten von Daten zwischen zwei anderen Netzknoten auf. Der zumindest eine Netzknoten weist zumindest eine erste Antenne mit einer kleinen Sende/Empfangskeule, zumindest eine zweite Antenne mit einer großen Sende/Empfangskeule und eine Umschaltseinrichtung zum Verbinden der Sende-Empfangseinrichtung mit der zumindest einen ersten oder zweiten Antenne und eine Umschaltsteuerungseinrichtung auf, wobei die Umschaltsteuerungseinrichtung für weitere Netzknoten Steuerinformationen speichert, aufgrund derer für eine Kommunikation mit diesen Netzknoten die zumindest eine erste oder die zumindest eine zweite Antenne zum Senden oder Empfangen von Daten verwendet wird.

DE 196 53 443 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen
BUNDESDRUCKEREI 01. 98 802 012/427

7/25

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Datenfunknetze, deren Netzknoten die Fähigkeit zur Vermittlung besitzen, d. h. die Fähigkeit, Datenpakete von anderen Netzknoten an dem beabsichtigten Empfänger bzw. an andere Knoten zum Zweck der Vermittlung weiterzuleiten.

Es ist bekannt, eine Antenne abwechselnd zum Senden und zum Empfangen zu verwenden. Die Datenpakete werden dabei empfangen und danach über die gleiche Antenne wieder ausgesendet. Bei Anwendungen bei höheren Frequenzen wird zum Empfang häufig ein sogenanntes Antennendiversity eingesetzt. Dabei werden typischerweise zwei meist identische Antennen verwendet, die in einem gewissen Abstand voneinander montiert sind. Empfängt eine Antenne aufgrund einer Mehrwegeausbreitung kein Signal, so ist mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit an der zweiten Antenne durch die räumliche Trennung ein ausreichend starkes Signal vorhanden. Dabei sollte die Beabstandung der Antennen voneinander mehrere Wellenlängen betragen. Ein typischerweise verwendeter Abstand ist sechs Wellenlängen.

Bei einem Netzwerk mit automatischer Weiterleitung können die Datenpakete jedoch im Regelfall nicht gerichtet ausgestrahlt werden. Folglich kann unter ungünstigen Umständen die Anzahl der Vermittlungsvorgänge drastisch erhöht sein.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Funknetz, eine Sende-Empfangsstation für ein Funknetz sowie ein Verfahren zum Übertragen von Daten in einem Funknetz zu schaffen, die eine optimale Übertragung von Daten ermöglichen, wenn einer oder mehrere Netzknoten des Funknetzes als Vermittlungsknoten verwendet werden.

Diese Aufgabe wird durch ein Funknetz gemäß Anspruch 1, eine Sende-Empfangsstation gemäß Anspruch 9 und ein Verfahren zum Übertragen von Daten in einem Funknetz gemäß Anspruch 10 gelöst.

Die vorliegende Erfindung schafft ein Funknetz, das aus einer Vielzahl von Netzknoten besteht, bei dem zumindest ein Netzknoten eine Sende-Empfangseinrichtung, zumindest eine erste Antenne mit einer kleinen Sende/Empfangskeule, zumindest eine zweite Antenne mit einer großen Sende/Empfangskeule, eine Umschalt-einrichtung zum Verbinden der Sende-Empfangseinrichtung mit der zumindest einen ersten oder der zumindest einen zweiten Antenne und eine Umschaltsteuer-einrichtung aufweist, die für weitere Netzknoten Steuerinformationen speichert, aufgrund derer für eine Kommunikation mit diesen Netzknoten die zumindest eine erste oder die zumindest eine zweite Antenne verwendet wird.

Die vorliegende Erfindung schafft ferner eine Sende-Empfangsstation zur Verwendung in einem Funknetz der oben beschriebenen Art.

Die vorliegende Erfindung schafft überdies ein Verfahren zum Übertragen von Daten in einem Netz mit einer Vielzahl von Netzknoten, wobei zumindest einer der Netzknoten eine Sende-Empfangseinrichtung, zumindest eine erste Antenne mit einer kleinen Sende/Empfangskeule, zumindest eine zweite Antenne mit einer großen Sende/Empfangskeule, eine Umschalt-einrichtung zum Verbinden der Sende-Empfangseinrichtung mit der zumindest einen ersten oder der zumindest einen zweiten Antenne und eine Umschaltsteuer-einrichtung aufweist. Wenn der zumindest eine Netzknoten

zum Weiterleiten von Daten von einem ersten zu einem zweiten Netzknoten verwendet wird, werden zunächst die Daten von dem ersten Netzknoten empfangen. Abhängig von der Topologie des Netzwerkes wird dann die zumindest eine erste oder die zumindest eine zweite Antenne ausgewählt. Danach wird die ausgewählte Antenne mit der Sende-Empfangseinrichtung verbunden, woraufhin die Daten über die ausgewählte Antenne zu dem zweiten Netzknoten gesendet werden.

Die vorliegende Erfindung ermöglicht es, bei der Weiterleitung von Datenpaketen durch Netzknoten eines Funknetzes es zwischen Antennen mit unterschiedlicher Richtcharakteristik auszuwählen. Ein Netzknoten kann somit beispielsweise ein Datenpaket über eine Richtantenne von der weit entfernten Zentrale empfangen und anschließend über eine Rundstrahlantenne an andere Stationen verteilen. Dabei wird vorzugsweise der gleiche Frequenzkanal und die gleiche Sendeempfangseinrichtung verwendet. Somit handelt es sich nicht um den Einsatz einer Richtfunkstrecke im klassischen Sinn, bei der separate Sender und Empfänger mit scharf bündelnden Antennen eingesetzt werden, um eine Verbindung zwischen einer Zentrale und einer anderen Station aufzubauen.

Gemäß der vorliegenden Erfindung weist jeder Netzknoten, der möglicherweise zur Vermittlung von Daten zwischen zwei anderen Netzknoten verwendet wird, den oben beschriebenen Aufbau auf. Ferner weist jeder derartige Netzknoten vorzugsweise eine Vorrichtung zum Feststellen der Topologie des Netzwerkes auf, wobei die Umschaltsteuereinrichtung dann abhängig von der Topologie des Netzwerkes die Steuerinformationen festlegt, aufgrund derer die für eine Kommunikation mit anderen Netzknoten jeweils zu verwendende Antenne festgelegt wird. Das erfindungsgemäße Funknetz und das Verfahren zum Übertragen von Daten in einem Funknetz eignen sich vorteilhaft zur Anwendung in Telemetriesystemen, die zur Übertragung von Fernmeß- und Fernwirk-Daten dienen.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird gegenüber einem Funknetz mit nur einer Antenne bei der Vermittlung ein zusätzlicher Freiheitsgrad gewonnen, da manche Stationen nur über Richtantenne, andere nur über Rundstrahler erreichbar sind. Ferner geht die Belegung des Frequenzkanals zurück, da Stationen, die nicht im Bereich der Hauptkeule der Richtantenne liegen, weniger gestört werden. Der Einsatz der Richtantenne macht den Empfänger weniger empfindlich gegen Störungen, die nicht aus der Hauptstrahlungsrichtung kommen. Die Reichweite des Systems kann der zu überbrückenden Entfernung angepaßt werden.

Ferner kann sich gemäß der vorliegenden Erfindung ein Netzknoten selbständig zur Basisstation machen, indem er die Daten per Richtantenne von der Zentrale empfängt und per Rundstrahler an die Knoten, die die Daten von der Zentrale nicht direkt empfangen können, weiterleitet. Der optionale Einsatz einer zweiten Antenne ist wesentlich kostensparender als der Einsatz einer Richtstrecke auf einer anderen Frequenz.

Gemäß der vorliegenden Erfindung ist die zumindest eine erste Antenne vorzugsweise ein Richtstrahler, während die zumindest eine zweite Antenne vorzugsweise ein Rundstrahler ist. Diese Antennen sind über einen Umschalter wahlweise mit dem Hochfrequenz-Eingang bzw. Ausgang der Sende-Empfangseinrichtung verbindbar. Ein Netzknoten gemäß der vorliegenden Erfindung kann beispielsweise einen Rundstrahler und zwei Richtstrahler aufweisen, um Daten von einer entfernten Sta-

tion mittels des ersten Richtstrahlers zu empfangen, die Daten mittels des Rundstrahlers an naheliegendere Netzknoten zu senden, und um die Daten mittels der zweiten Richtantenne zu einem weiter entfernten Netzknoten, der sich innerhalb der Sende/Empfangskeule des Richtstrahlers befindet, zu senden.

Der Antennenumschalter wird von der digitalen Steuerung des Netzknotens gesteuert. Diese Steuerung entscheidet aufgrund ihrer Kenntnis der Netzwerktopologie, d. h. beispielsweise der jeweils günstigsten Verbindungsmöglichkeit, welche Antenne sich für welche Verbindung am besten eignet. Die Netzwerktopologie kann beispielsweise durch Testsignale zum Überwachen der vorliegenden Netzknoten sowie der Verbindungen zwischen denselben, oder durch einen Quidungsbetrieb Während der normalen Nachrichtenübertragung festgestellt werden.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend bezugnehmend auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein erstes einfaches Ausführungsbeispiel eines Funknetzes gemäß der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 2 ein zweites einfaches Ausführungsbeispiel eines Funknetzes gemäß der vorliegenden Erfindung.

In Fig. 1 ist ein Netzknoten 10, mehrere Netzknoten 12 und ein Netzknoten 14 dargestellt. Der Netzknoten 14 ist von dem Netzknoten 10 relativ weit beabstandet, während die Netzknoten 12 im näheren Umkreis des Netzknotens 10 liegen. Der Netzknoten 10 liegt ferner in der Strahlungskeule 16 einer Richtantenne des Netzknotens 14. Der Netzknoten 10 weist eine Richtantenne auf, mit der er durch die Richtantenne des Netzknotens 14 gesendete Daten empfängt. Es sei darauf hingewiesen, daß Funkverbindungen in den Figuren durch gestrichelte Linien dargestellt sind. Der Netzknoten 10 weist ferner eine Rundstrahlantenne auf, deren Reichweite 18 in Fig. 1 dargestellt ist. Die Knoten 12 liegen innerhalb der Reichweite 18 der Rundstrahlantenne des Netzknotens 10.

Der Netzknoten 10 empfängt somit mittels der Richtantenne, die auf den Netzknoten 14 ausgerichtet ist, Daten, die von dem Netzknoten 14 gesendet werden. Dabei ist die Richtantenne mit einer Sende-Empfangeinrichtung des Netzknotens 10 verbunden. Nachfolgend steuert eine Umschaltsteuereinrichtung des Netzknotens 10 eine Umschaltsteuereinrichtung des Netzknotens 10 derart, daß die Sende-Empfangeinrichtung mit der Rundstrahlantenne verbunden wird. Die vorher empfangenen Daten werden dann über die Rundstrahlantenne gesendet, wobei die Netzknoten 12 die mittels der Rundstrahlantenne gesendeten Daten empfangen können. Die Netzknoten 12 können eine Rundstrahlantenne oder eine Richtantenne, aufweisen, um die von der Rundstrahlantenne des Netzknotens 10 gesendeten Daten zu empfangen. Die Netzknoten 12 können ferner den gleichen Aufbau wie der Netzknoten 10 aufweisen, um die empfangenen Daten gegebenenfalls weiter zu vermitteln, wobei die jeweils zu verwendende Antenne abhängig von der Netzwerktopologie bestimmt wird.

Ein weiteres vereinfachtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist in Fig. 2 dargestellt. Ein Netzknoten 20 weist eine Richtantenne und eine Rundstrahlantenne auf. Eine Mehrzahl von Netzknoten 22 sind angeordnet, um Daten zu dem Netzknoten 20 zu senden, die derselbe mit der Rundstrahlantenne empfängt. Die Daten können dabei von

den Netzknoten 22 mittels einer beliebigen Antenne zu dem Netzknoten 20 gesendet werden. Der Netzknoten 20 weist die gleichen Merkmale wie der oben beschriebene Netzknoten 10 auf. Hat der Netzknoten 20 Daten von einem beliebigen der Netzknoten 22 empfangen, steuert die Umschaltsteuereinrichtung die Umschaltsteuereinrichtung, um die Sende-Empfangeinrichtung des Netzknotens 20 mit der Richtstrahlantenne desselben zu verbinden.

In der Sende/Empfangskeule der Richtantenne des Netzknotens 20 befindet sich ein weiterer Netzknoten 24. Der Netzknoten 24 empfängt die über die Richtstrahlantenne des Netzknotens 20 gesendeten Daten.

Es ist offensichtlich, daß sämtliche in den Fig. 1 und 2 dargestellten Netzknoten die bezüglich des Netzknotens 10 beschriebenen Merkmale aufweisen können, um eine Vermittlung von Daten zwischen einem der dargestellten Knoten und weiteren Knoten, die in den Figuren nicht dargestellt sind, zu ermöglichen.

Allgemein enthält eine Anzahl von Netzknoten, die sich durch den Ort ihrer Installation dafür anbieten, je eine Antenne mit einer großen Sende/Empfangskeule, beispielsweise eine Rundstrahlantenne, und eine Antenne mit einer kleinen Sende/Empfangskeule, beispielsweise eine Richtantenne, die eine festgelegte Hauptstrahlrichtung aufweist. Jeder Netzknoten besitzt aus vorhergehenden Vermittlungsvorgängen innerhalb des Netzes Kenntnis über Topologiemerkmale des Netzes. Diese Kenntnis ermöglicht es dem Netzknoten jeweils die Antenne zu bestimmen, die für die Kommunikation mit einem anderen Netzknoten am besten geeignet ist. Ferner hat der Netzknoten über die Kenntnis der Topologiemerkmale Kenntnis darüber, welche anderen Netzknoten durch den Einsatz der Richtantenne und welche anderen Netzknoten durch Einsatz der Rundstrahlantenne erreichbar sind. Der Netzknoten entscheidet basierend auf den Topologiemerkmalen, welche Antenne für Senden und Empfangen wann zum Einsatz kommt, um die Anzahl von Weiterleitungen so gering wie möglich zu halten und somit das verwendete Medium optimal auszulasten.

Es können unterschiedliche Strategien verfolgt werden. Beispielsweise kann der Empfang immer über die Rundstrahlantenne realisiert werden, während das Senden über den Richtstrahler erfolgt, sofern der für den Empfang bestimmte Netzknoten in der Richtung der Hauptkeule des Richtstrahlers liegt. Alternativ kann der Empfang immer über die Richtantenne erfolgen, beispielsweise direkt von der Zentrale, wenn der empfangende Knoten innerhalb der Sende/Empfangskeule der Zentrale liegt, wobei das Senden über die Rundstrahlantenne zu anderen Knoten erfolgt, wobei die anderen Knoten nicht über eine Richtantenne verfügen müssen.

Die vorliegende Erfindung bezieht sich somit auf ein Funknetz, das aus einer Anzahl von Netzknoten besteht, wobei zumindest einer der Netzknoten und vorzugsweise eine Mehrzahl oder alle der Netzknoten Pakete weitervermitteln können. Vorzugsweise befinden sich alle Netzknoten zu einem Zeitpunkt auf einem Frequenzkanal. Die vorliegende Erfindung eignet sich vorteilhaft zur Übertragung von Fernwirk- und Telemetrie-Daten. Zumindest die Netzknoten, die zur Weitervermittlung verwendet werden, verfügen über zwei Antennen mit unterschiedlicher Richtcharakteristik und eine Umschaltvorrichtung zum Umschalten zwischen diesen Antennen, wobei die eine Antenne vorzugsweise eine Rundstrahlantenne und die andere vorzugsweise eine

Richtantenne ist. Bei der Weiterleitung und gegebenenfalls beim Empfang der Pakete entscheiden die Netzknoten selbsttätig, ob das Ziel am effizientesten mit der Richtantenne oder mit der Rundstrahlantenne erreicht werden kann.

Patentansprüche

1. Funknetz, bestehend aus einer Vielzahl von Netzknoten (10, 12, 14; 20, 22, 24), bei dem zumindest ein Netzknoten (10; 20) eine Sende-Empfangseinrichtung, zumindest eine erste Antenne mit einer kleinen Sende/Empfangskeule (16), zumindest eine zweite Antenne mit einer großen Sende/Empfangskeule (18), eine Umschalteneinrichtung zum Verbinden der Sende-Empfangseinrichtung mit der zumindest einen ersten oder der zumindest einen zweiten Antenne und eine Umschaltsteuereinrichtung aufweist, die für weitere Netzknoten (12, 14; 22, 24) Steuerinformationen speichert, aufgrund derer für eine Kommunikation mit diesen Netzknoten die zumindest eine erste oder die zumindest eine zweite Antenne verwendet wird.
2. Funknetz gemäß Anspruch 1, bei dem die zumindest eine erste Antenne ein Richtstrahler ist.
3. Funknetz gemäß Anspruch 1 oder 2, bei dem die zumindest eine zweite Antenne ein Rundstrahler ist.
4. Funknetz gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem der zumindest eine Netzknoten (10) Funkdaten über die zumindest eine erste Antenne von einem weit entfernten Netzknoten (14) empfängt und über die zumindest eine zweite Antenne an eine Mehrzahl weniger weit entfernter Netzknoten (12) weitersendet.
5. Funknetz gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem der zumindest eine Netzknoten (20) Funkdaten über die zumindest eine zweite Antenne empfängt und über die zumindest eine erste Antenne an zumindest einen innerhalb der Sende/Empfangskeule der zumindest einen ersten Antenne liegenden Netzknoten (24) weitersendet.
6. Funknetz gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die Funkdaten über die zumindest eine erste und die zumindest eine zweite Antenne mit der gleichen Frequenz gesendet werden.
7. Funknetz gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem der zumindest eine Netzknoten (10; 20) eine Vorrichtung zum Feststellen der Topologie des Netzwerks aufweist, wobei die Umschaltsteuereinrichtung abhängig von der Topologie des Netzwerks die Steuerinformationen festlegt, aufgrund derer für eine Kommunikation mit anderen Netzknoten die zumindest eine erste oder die zweite Antenne verwendet wird.
8. Verwendung eines Funknetzes gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7 zur Übertragung von Telemetriedaten zwischen einer Vielzahl von Netzknoten.
9. Sende-Empfangsstation für ein Netzwerk mit folgenden Merkmalen:
 - einer Sende-Empfangseinrichtung;
 - zumindest einer ersten Antenne mit einer kleinen Sende/Empfangskeule (16);
 - zumindest einer zweiten Antenne mit einer großen Sende/Empfangskeule (18);
 - eine Umschalteneinrichtung zum Verbinden der Sende-Empfangseinrichtung mit der zumindest einen ersten oder der zumindest einen zweiten Antenne;

einer Umschaltsteuereinrichtung, die für weitere Netzknoten eines Netzes, dem die Sende-Empfangseinrichtung zugeordnet ist, Steuerinformationen speichert, aufgrund derer für eine Kommunikation mit diesen Netzknoten die zumindest eine erste oder die zumindest eine zweite Antenne verwendet wird.

10. Verfahren zum Übertragen von Daten in einem Netz mit einer Vielzahl von Netzknoten (10, 12, 14; 20, 22, 24), wobei zumindest einer der Netzknoten (10; 20) eine Sende-Empfangseinrichtung, zumindest eine erste Antenne mit einer kleinen Sende/Empfangskeule (16), zumindest eine zweite Antenne mit einer großen Sende/Empfangskeule (18), eine Umschalteneinrichtung zum Verbinden der Sende-Empfangseinrichtung mit der zumindest einen ersten oder der zumindest einen zweiten Antenne und eine Umschaltsteuereinrichtung aufweist, mit folgenden Schritten, wenn der zumindest eine Netzknoten (10; 20) zum Weiterleiten von Daten von einem ersten zu einem zweiten Netzknoten verwendet wird:

Empfangen der Daten von dem ersten Netzknoten (14; 22);

Auswählen der zumindest einen ersten oder der zumindest einen zweiten Antenne abhängig von der Topologie des Netzwerks;

Verbinden der ausgewählten Antenne mit der Sende/Empfangseinrichtung; und

Senden der Daten über die ausgewählte Antenne zu dem zweiten Netzknoten (12; 24).

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

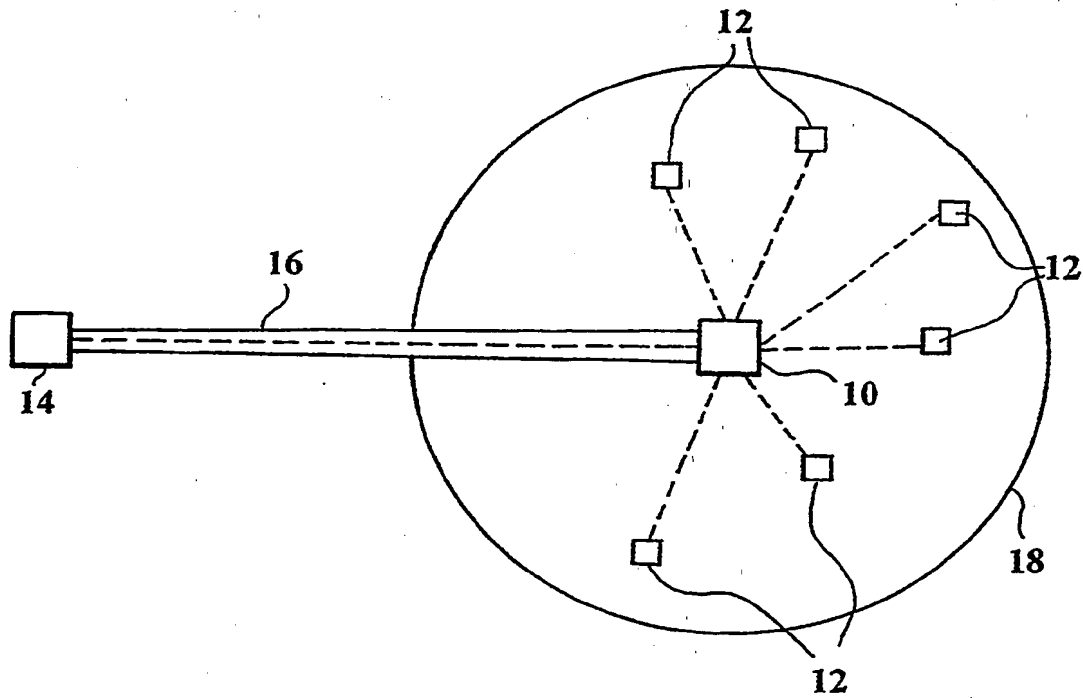


FIG. 1

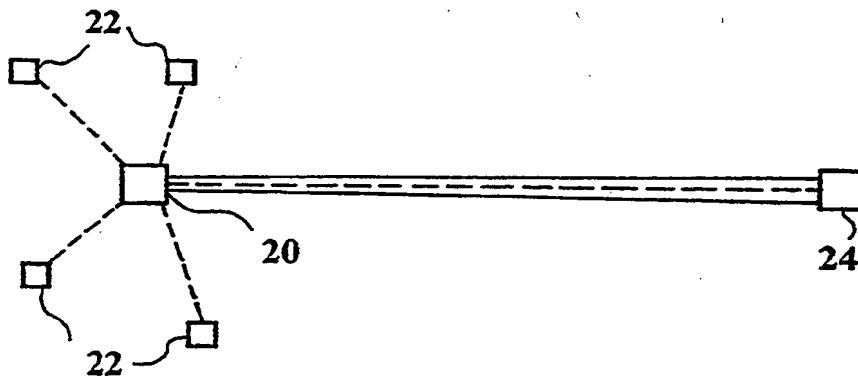


FIG. 2